הכורים הגרעיניים של הדור הבא – יותר בטוחים וחסכוניים ▪ עובר אדם משובט

עולם המדע והטכנולוגיה

SCIENTIFIC AMERICAN

מכללות ובתי ספר לטכנולוגיה מתקדמת ולמדעים

גיליון מס' 1 | אוקטובר 2002

המחיר 30 ש"ח כולל מע"מ
המחיר באילת 25.4 ש"ח

TV

האם אתם מכורים?

9789659017928

- למה כדאי לשחק משחק הוגן
- טלפון ואינטרנט דרך רשת החשמל
- הסבר מדעי לריחות פה

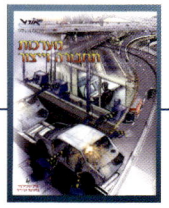
הוצאת הספרים של

מכללות ובתי ספר לטכנולוגיה מתקדמת ולמדעים

שפע של כותרים חדשניים
מעודכנים ומותאמים לתכניות הלימודים של משרד החינוך!

מדע וטכנולוגיה

מדע וטכנולוגיה



אוריינות תקשוב

אוריינות תקשוב

חשמל ואלקטרוניקה

חשמל ואלקטרוניקה

מדעי המחשב

מדעי המחשב

מכונות

מכונות

כימיה וביוטכנולוגיה

כימיה וביוטכנולוגיה

מאגרי מידע

מאגרי מידע

www.ort.org.il

שש-בוא

לייעוץ ולמידע נוסף: משה יונתני 051-969660, 03-6301379

e-mail: mosheyo@ort.org.il

לקוראים שלום,

רשת אורט ישראל גאה להפיק ולהוציא לאור את כתב העת המדעי, רב היוקרה, סיינטיפיק אמריקן, בשפה העברית.

הרשת, אשר כל עשייתה וחזונה הם חינוך למדעים וטכנולוגיה לאוכלוסיות רבות ומגוונות והפורסת פעולותיה על עשרות רבות של בתי ספר ומכללות לטכנולוגיה מתקדמת ולמדעים, מאמינה שעצמאותנו הכלכלית כעם תבוא אך ורק מקידום ותגבור הטכנולוגיה, המדע והערכים.

כתב עת זה במהדורתו העברית יתרום תרומה רבה לקידומם של התלמידים והסטודנטים בהשגת יעדים אלו ויהיה כלי נוסף להעברת מידע לאלפים רבים.

ברצוני להודות לכל התורמים ובראשם למר הרצל לאור ולמר סטף ורטהיימר, יו"ר תשלובת ישקר, שאפשרו בנדיבותם הוצאת כתב עת חשוב זה.

תודה לצוות העורכים: ד"ר אלי איזנברג, סמנכ"ל למו"פ והכשרה של רשת אורט וד"ר אלכס מנס,
לחברי המערכת: פרופ' עדין שטרן, פרופ' רפי ורטהיים, ד"ר שלמה פישר,
ורדה איתן ורוני ראוזניץ, להוצאת הספרים של אורט בניהולה של הגב' רות אבן, ולכל מי שטרח ועמל על הפקתו של סיינטיפיק אמריקן בעברית.

יישר כוח ובהצלחה!

בברכה,

צבי פלג
המנהל הכללי
אורט ישראל

אוקטובר-נובמבר 2002
תשרי-חשון תשס"ג
גיליון מס. 1

SCIENTIFIC AMERICAN

מאמרים

עולם המדע והטכנולוגיה

גנטיקה

22 **לראשונה - עובר אדם משובט**

מאת: יוזה ב' סיבלי, רוברט פ' לנצה ומיכאל ד' וסט, עם קרול אדל

לראשונה - עוברי אדם נוצרו בשתי שיטות יוצאות דופן:
שיבוט ורבייה בתולים. דיווח ממקור ראשון על ידי קבוצת החוקרים.

טכנולוגיית המידע

30 **הרשת בכל חדר**

מאת: ו' וייט גיבס

בזכות הנדסה חכמה יכולים כעת מחשבים ומכשירי חשמל ביתיים לתקשר
דרך רשת החשמל הביתית.

סוציולוגיה

36 **כלכלת המשחק ההוגן**

מאת: קרל סיגמונד, ארנסט פהר ומרטין א' נובק

ביולוגיה וכלכלה יכולים להסביר למה אנו נותנים עדיפות להגינות על פני אנוכיות.

בריאות

40 **המדע של ריחות פה**

מאת: מל רוזנברג

כל שנה מוציאים אנשים מיליארדי דולרים למלחמה כנגד הפגע הרע של ריחות פה.
שיטות דיאגנוסטיות ושיטות טיפול חדשניות הן בהישג יד.

אנרגיה

48 **אנרגיה גרעינית - הדור הבא**

מאת: ג'יימס א' לייק, רלף ג' בנט וג'ון פ' קוטק

תחנות כוח גרעיניות מתקדמות עשויות לתת את הפתרון הטוב ביותר בעתיד
כדי לספק את הדרישה לאנרגיה בלי להגביר את ההתחממות הגלובלית.

פסיכולוגיה

58 **התמכרות לטלוויזיה - אינה רק מליצה**

מאת: רוברט קובי ומיהלי קסיקשנטמיהלי

ההבנה עד כמה צפייה כפייתית בטלוויזיה דומה לצורות אחרות של התמכרות יכולה
לסייע לרובצים כפייתיים על כורסת הטלוויזיה לרכוש שליטה על ההרגל.

22 עובר אדם משובט
מורכב מ-6 תאים

מדורים

5 **דבר המערכת**

6 **לפני 50, 100, 150 שנה**

7 **פנורמה - סקירת החדשות**
- המפתח הביולוגי להתמכרות לסמים
- איך למנוע מן הביוטכנולוגיה מליפול לידי מחבלים
- אימהות לא נשואות במספרים
- פרויקט בינה מלאכותית יוצא לאור
- מכלי כבודה במטוסים חסיני פצצות
- להיות ציפור, צעד ראשון: טפס על עץ
- מסלול ב-4 ממדים מוליך לתיאוריה חובקת כול

16 **חידושים והמצאות**
חברה לביוטכנולוגיה פתחה במלחמה כנגד מחלות לב וכלי דם על ידי שימוש בתרכיבי חיסון במקום תרופות.

18 **פרופיל: מיכאל ק' פאוול**
היו"ר החדש של הוועדה הפדרלית לתקשורת שואף להתחלה חדשה של תעשיית התקשורת.

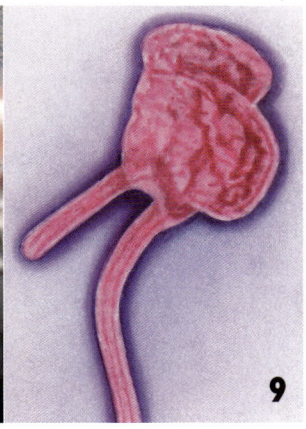
20 **של מי הפטנט הזה**
חישני גביש נוזלי יכולים לשמש כמכשירי כיס לגילוי נשק ביולוגי.

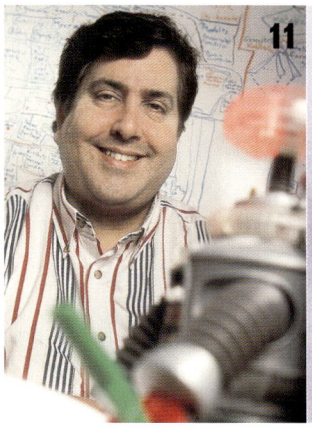
65 **מסעות לעולם המדע**
ביקור בעולם בתוך עולם של ביוספרה 2.

67 **ביקורת**
צ'רלס דרווין היה יכול ללמוד על הקשר שבין התנהגות האדם לבין בעלי חיים מתוך התבוננות במשפחתו.

72 **עניינים טכניים**
צליל תלת-ממדי משני רמקולים רגילים.

בשער איור מתוך הכתבה על התמכרות לטלוויזיה





טורים

21 **קולו של הספקן** מאת: מיכאל שרמר
ייתכן שאי אפשר להבדיל בין אינטליגנציה חוצנית מתקדמת לבין האלוהות.

69 **חידות מרתקות** מאת: דניס א' שאשה
עדים ערמומיים.

70 **לא בכובד ראש** מאת: סטיב מירסקי
מידע מדעי שקרי לסיכול מעשיהם של חורשי הרע.

SCIENTIFIC AMERICAN

Editor in Chief: John Rennie

Mariette DiChristina (Executive Editor),

Michelle Press (Managing Editor),

Ricki L. Rusting (Assistant Managing Editor),

Philip M. Yam (News Editor);

Gary Stix (Special Projects Editor);

W. Wayt Gibbs (Senior Writer)

Editors: Mark Alpert, Steven Ashley, Graham P. Collins,

Carol Ezzell, Steve Mirsky, George Musser, Sarah Simpson

Contributing Editors: Mark Fischetti, Marguerite Holloway,

Madhusree Mukerjee, Paul Wallich

Kristin Leutwyler (On-line Editorial Director)

Art Director: Edward Bell

Chairman Emeritus: John J. Hanley

Chairman: Rolf Grisebach

President and Chief Executive Officer:

Gretchen G. Teichgraeber

Vice President and Managing Director, International:

Charles McCullagh

Vice President: Frances Newburg

SCIENTIFIC AMERICAN, INC. 415 Madison Avenue

New York, NY 10017-1111

(212) 754-0550

עולם המדע והטכנולוגיה

עורכים ראשיים: ד"ר אלי איזנברג, ד"ר אלכסנדר מנס

יזם: הרצל לאור

מנהל הפרויקט: עמוס עצמוני

ועדת העורכים: פרופ' עדין שטרן, רות אבן, ד"ר שלמה פישר,
ורדה איתן, עופר מנדלסון

עורכים יועצים: פרופ' מל רוזנברג, פרופ' נתן שרון
פרופ' איתמר וילנר, פרופ' מרדכי מילגרום

עריכה לשונית: ורדה איתן, יעקב סתר

עריכה מדעית: פרופ' עדין שטרן, פרופ' מל רוזנברג
ד"ר שלמה פישר, ד"ר אלכסנדר מנס

עיצוב ועריכה גרפית: סטודיו ליידי מק

רכזת המערכת: רות אבן הוצאת הספרים אורט ישראל

המוציא לאור: המינהל למחקר, לפיתוח ולהכשרה, אורט ישראל

הפקה: רוני ראוזניץ, חברת נאו פרודקשן

קדם דפוס: שפירא **נייר:** רונאימר

דפוס: מאירי

כתובת המערכת: אורט, המינהל למחקר, לפיתוח ולהכשרה
דרך הטייסים 28 תל אביב 67299 ת"ד 25203, תל אביב 61251

לקוראים המבקשים להגיב באמצעות האינטרנט כתובתנו בדואר
אלקטרוני: **sciam@ort.org.il**

מזכירות המערכת טלפון: **1-800-355-155**

פקס: **03-6301307**

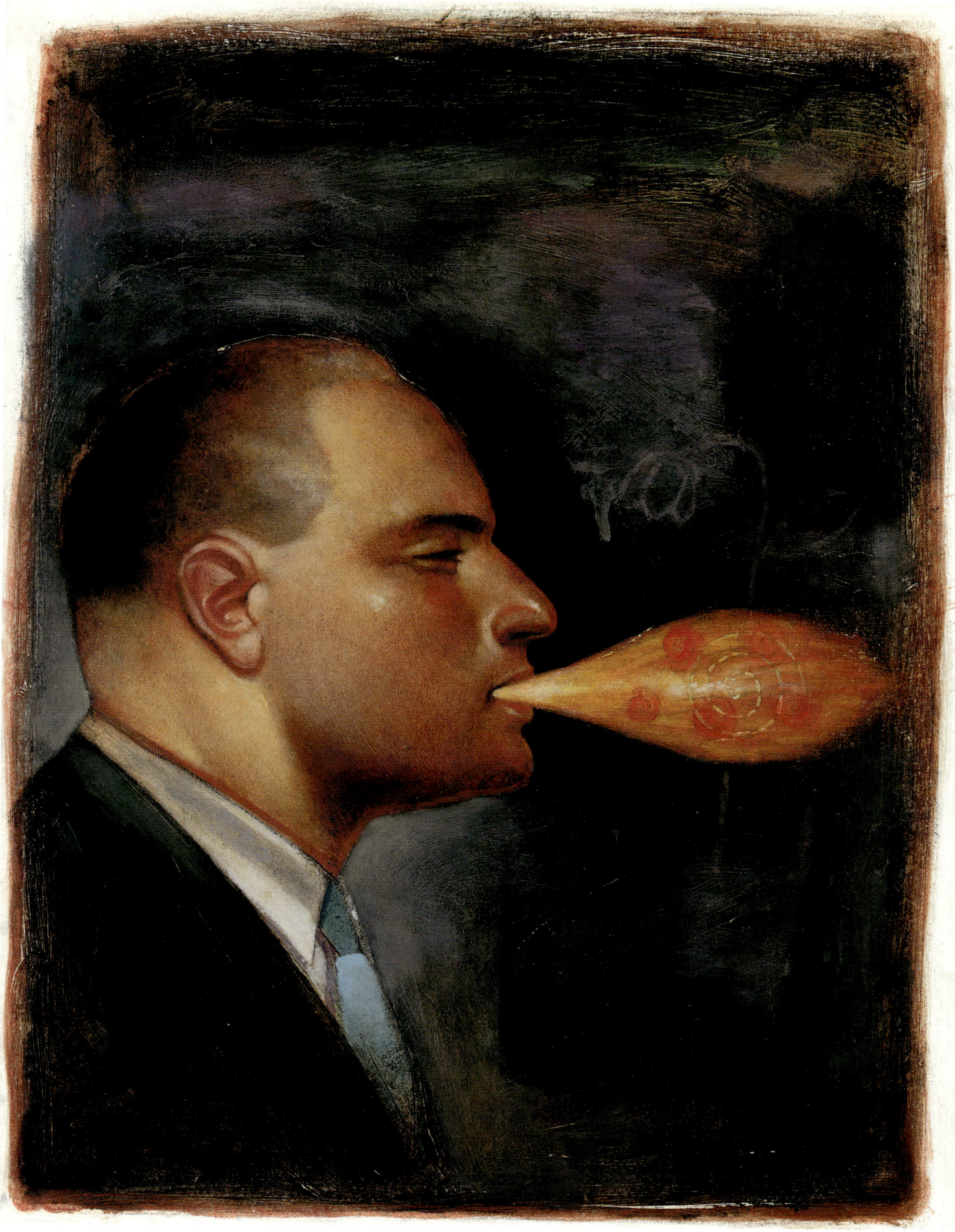
דמי מנוי שנתי: (6 חוברות) 149 ש"ח כולל דמי משלוח

כל הזכויות שמורות: אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם או לאחסן במאגרי מידע בכל דרך או אמצעי אחר כל חלק שהוא מהחומר שבחוברת. שימוש מכל סוג שהוא בחומר זה אסור אלא ברשות מפורשת מאת המו"ל.

המדע של ריחות הפה

הבעיה עתיקת היומין של ריחות פה נבחנת עתה בחינה מדעית מחודשת, ומובילה לתובנות באשר לגישות אבחוניות ופתרונות אפשריים

מאת: מל רוזנברג • איורים: ג׳וזף דניאל פילדר



הבה נתבונן במקרה של ד''ר ג'ון פלוס

ד''ר פלוס הוא רופא שיניים מסור, ולפיכך הוא עובד שעות על גבי שעות. לעתים הוא כה ממוקד במטופליו עד כי אינו זוכר לאכול או לשתות. כמובן ששיניו וחניכיו של ד''ר פלוס עצמו הם דוגמה ומופת. ואולם, ד''ר פלוס אינו נותן דעתו לבעיה הבוקעת מפיו. המטופלים שלו יודעים על כך וגם השיננית שעובדת אתו, אבל הם נבוכים ואינם מסוגלים לבשר לד''ר פלוס על הריח הנורא הנודף מפיו.

במקרה זה של ריח פה, כמו במקרים רבים אחרים, הריח הרע נובע מפעולת חילוף החומרים של חיידקים הנמצאים בפה וניזונים ממאגר קטן של נזלת המצטברת דרך-קבע בגב לשונו של רופא השיניים. החיידקים מותירים אחריהם מקבץ של תרכובות מצחינות. קרוב לוודאי שגרגור מי פה מסוימים וניקוי הלשון היו מקילים את הבעיה. אפילו נגיסות אחדות היו עוזרות. אבל בינתיים רק מסיכת המנתחים של רופא השיניים מגינה על המטופלים שלו.

אין ספק שמאז ומקדם נתנו אנשים דעתם לתופעת ריח הפה - הליטוסיס - (מלטינית: הליטוס - נשימה, מיוונית: אוסיס - מצב לא-נורמלי); והיום ההליטוסיס היא נושא מרתק למחקר מדעי. היא קשורה בבעיה אנושית אינטימית שמטרידה רבים ומתפרסת על פני מגוון רחב של תחומים מדעיים, ובהם בקטריולוגיה, כימיה, פיזיולוגיה ופסיכולוגיה.

מיליוני בני אדם סובלים מריח פה, וכמו ד''ר פלוס, מן הסתם אינם יודעים על כך. יש בכך כדי להקשות על איסוף נתונים סטטיסטיים מדויקים בדבר תפוצת ההליטוסיס. מחקר עדכני שנערך בקרב סטודנטים לרפואה סוציאלית באוניברסיטת ריו דה ז'אניירו גילה של-31% מהתלמידים יש לפחות בן משפחה אחד המדיף בקביעות ריח פה.

ההשלכות היו חמורות: 24% דיווחו שהתקשו ליהנות מחברתו של בן משפחתם בעל ההליטוסיס, ו-62% אמרו שהושפעו באופן כלשהו מבעיית הנשימה שלו.

העניין שלי בנושא החל לפני כמעט עשרים שנה: קבוצת המחקר בראשותי החלה לפתח מי פה דו-פאזיים שתוכננו ללכוד את חיידקי הפה ואת השאריות על פניהן של טיפות שמן זעירות. באותה תקופה עסק בחקר הליטוסיס רק קומץ חוקרים אקדמאים, ובראשם ג'וזף טונזטיץ' המנוח מאוניברסיטת קולומביה הבריטית. עתה מאות מדענים - באוניברסיטאות ובתעשייה - חוקרים את הבעיה. ביולי 2001 הצליחה האגודה הבין-לאומית לחקר ריחות פה (ISBOR) לקבץ בטוקיו כ-350 משתתפים למפגש הבין-לאומי החמישי שלה.

הגידול במחקר המדעי משקף עיסוק ציבורי כללי (או במקרים מסוימים אובססיה) בריח פה נעים. על פי ממצאיה של חברה לחקר שווקים הוציאו אמריקנים 1.8 מיליארד דולר על משחות שיניים בשנת 2000, כ-715 מיליוני דולרים על מסטיקים לטיפול בפה, כמעט 740 מיליוני דולרים על מי פה ומי שטיפה דנטליים אחרים וכמעט 950 מיליון דולר על מברשות שיניים וחוטים דנטליים. אף על פי שרבים ממוצרים אלו נועדו בעיקר לשמור על בריאות הפה, אין ספק שאנשים רוכשים אותם גם כדי להבטיח ריח פה נעים. 625 מיליוני הדולרים שהוצאו על מרענני פה מלבד מסטיקים ומי פה, למשל סוכריות מנטה לריענון הנשימה - יועדו ישירות למטרה זו.

חיידקי הפה עשויים ליצור מימן גופרי - ריחו כריח ביצים סרוחות - וכן קדבריין, שמקורו בגווייות נרקבות, ופוטרסין, הנמצא בבשר נרקב.

מקור הריח

כיום מבינים טוב למדי מהם הגורמים הבסיסיים לרוב מקרי ההליטוסיס. על פי מחקריהם של אחד ממייסדי ISBOR, דניאל ון סטיינברג ועמיתיו באוניברסיטה הקתולית לויבן בבלגיה והקבוצה שלנו באוניברסיטת תל-אביב בישראל, כ-85% עד 90% מהמקרים מקורם בפה. כמו ריחות אחרים הבוקעים מאוכלוסיות החיידקים במקומות הלחים של הגוף - למשל בתי שחי ורגליים הנתונות בנעליים - גם ריח פה הוא בעיקר תוצאה של פירוק חומרים על-ידי חיידקים.

הפה הוא מקום משכנם של מאות סוגי חיידקים בעלי העדפות תזונתיות מגוונות. היצורים הזעירים האלה מנצלים במיוחד חלבונים; ובתרכובות הכימיות הנוצרות עקב התססת חלבונים אלו יש כמה חומרים מצחינים באמת. בכל זמן נתון חיידקי הפה - הם בדרך כלל אנארוביים - עשויים ליצור את החומרים האלה: מימן גופרי - יש לו ריח של ביצים סרוחות שאי אפשר להתעלם ממנו; מתיל מרקפטן וסקטול - נמצאים גם

סקירה כללית / *הליטוסיס*

- הליטוסיס - ריח פה - הוא בעיה נפוצה המשפיעה על יחסים בין-אישיים. נוסף על מקרים של הליטוסיס ממש, יש אנשים שהפחד מריח פה, הידוע כהליטופוביה, מפריע ביותר לאיכות חייהם.
- בזמן האחרון החלו חוקרים לנתח ניתוח איכותי וכמותי את ההליטוסיס ולמדו על הסיבות להיווצרותו ועל טיפולים אפשריים. מינים חדשים לחלוטין של חיידקי פה נתגלו במחקר, ואושרה העובדה שרוב רובם של מקרי ההליטוסיס מקורם בפה.
- ריענון הנשימה והגיינת הפה הם תחומים מסחריים רחבי היקף; בארה''ב מוציאים אנשים מדי שנה בשנה מיליארדי דולרים על משחות שיניים, מברשות שיניים, חוטים דנטליים, סוכריות מנטה ומרענני נשימה אחרים.

בצואה; אינדול - בכמויות זעירות משמש ליצור בושם, אבל בכמויות גדולות ריחו דוחה; קדברין - קשור בגוויות נרקבות; פוטרסין - נמצא בבשר נרקב; וחומצה איסוואלרית - ריחה כריחן של רגליים מיוזעות. אין פלא שהבל הפה האנושי עלול לעתים להיות דוחה כל-כך.

וולטר ג' לוש מאוניברסיטת מישיגן כיהן בעבר כנשיאה של ISBOR. לפני זמן מה גילה שהחיידקים על הלשון שונים מהזנים החיים ברובד שעל השיניים. הוא זכה למלגה ממוסדות הבריאות הלאומיים כדי לחקור את ההליטוסיס וגילה מיני חיידקים שטרם תוארו בעבר והפה משמש להם גומחה אקולוגית. עתה הוא מקטלג את מיני החיידקים הנמצאים בפיהם של אנשים שיש להם (או אין להם) הליטוסיס, עבודה שאמורה להסתיים בקיץ הזה.

אצל אנשים בריאים, חלקה האחורי ביותר של הלשון, ולא השיניים או החניכיים, הוא המקור העיקרי לריח פה. הרוק אינו מצליח לנקות אזור זה כראוי, ויש בו אין-ספור נקיקים קטנים שהחיידקים יכולים להתחבא בהם. החיידקים האלה מתענגים על הרקבת נזלת אלרגית - אפשר למצאו אצל כרבע מבני העיר שנחקרו - ועל פסולת פה אחרת שעשויה להצטבר במקום.

עוד סיבות לריח פה הן היגיינת פה גרועה (במיוחד אם נשארים בין השיניים שיירים חלבוניים), דלקת חניכיים, טיפול שיניים לא מוצלח, שיניים תותבות לא נקיות ומורסות. זרימה קבועה של רוק שוטפת ומסלקת את החיידקים ואת תוצריהם הכימיים נותני הריח הרע, ולכן כל דבר שיוצר יובש בפה - נשימה דרך הפה, צום, שיחה ארוכה, מתח ומאות סוגי תרופות - אפשר שיחריף את המצב. עישון טבק הוא אויב של ממש לריח פה נעים. אמנם העשן עשוי לצמצם את הפעילות החיידקית, אבל ההשפעה החיובית האפשרית הזאת מתבטלת עקב שפע ההשפעות השליליות: העשן מייבש את הפה ומחריף את בעיות החניכיים ואת הנזלת והריח שנשאר מתערבב בריחות הפה הקיימים.

נראה שיש סוגים של ריח פה הקשורים במחלת חניכיים, בהרס החניכיים, ולפיכך הם יכולים לשמש סמן חשוב לרופאים ורופאי שיניים. החומרים מימן גופרי ומתיל מרקפטן אינם רק מעלים צחנה אלא גם רעילים; יש בהם כדי להזיק לתאים, ולכן אפשר שהם גורמים מחלות חניכיים. נוסף על כך, על פי מחקר שערך ישראל קליינברג מהאוניברסיטה של מדינת ניו-יורק בסטוני-ברוק, יש חיידקים הקשורים במחלות חניכיים ומעלים צחנה לא קטנה אם מגדלים אותם במעבדה בגידול אנארובי על גבי מצע המכיל חומצות אמינו. בדיקת הצבע של מבחן BANA (ראשי תיבות של בנזואיל-DL-ארגינין-נפתילמיד), המבחן שד"ר שלוש המציא, יכולה לקבוע בתוך דקות את נוכחותם של כמה מהחיידקים המרכזיים האלה - כגון טריפונמה דנטיקולה (Treponema denticola), פורפירומונס ג'ינג'וואליס (Porphyromonas gingivalis)

על המחבר

מל רוזנברג (**Mel Rosenberg**) גדל בקנדה ועבר לישראל בשנת 1969. הוא מכהן כפרופסור למיקרוביולוגיה בבית-הספר לרפואת שיניים על שם מוריס וגבריאלה גולדשלגר באוניברסיטת תל-אביב. הוא זכה בפרסים אחדים על מחקריו וכן במינויים אקדמיים של כבוד בארה"ב, בריטניה וקנדה. בשנת 1996 ייסד עם קרל לדן (**Laden Karl**) ובתמיכת האוניברסיטה את 'אינו-סנט' (**InnoScent**), חברה המפתחת מוצרים המסלקים ריחות גוף. הוא פרסם ספר ילדים על חיידקים ונהנה לשחרר אוויר דרך הסקסופון שלו.

אובססיות של חוש הריח

רובי [דמות דמיונית שמאגדת סיפורים של מטופלים] מתלבשת בקפידה ומטופחת להפליא. היא מנהלת עסק קטן ומצליח ונראה כי היא מנהלת את ענייניה ביד רמה. יש רק בעיה אחת. חבר לכיתה אמר לה פעם, לפני שלושים שנה, שריח רע נודף מפיה. מאותו היום חיה רובי בפחד מתמיד שמא יריחו אנשים את הבל פיה. ללקוחותיה היא פונה ממרחק, וכל הזמן היא לועסת מסטיק. רובי מבקרת אצל רופא השיניים שלה בקפדנות ומצחצחת שיניים ארבע או חמש פעמים ביום; היא מנקה את לשונה, מעבירה חוט דנטלי ומגרגרת במי פה אנטיספטיים. היא נמנעת מלנשק את בעלה על פיו ובמסיבות, נמנעת מכל מגע פיזי קרוב עם אנשים. כשהיא מדברת עם אנשים במקום פתוח, היא עומדת נגד כיוון הרוח. הנושא מביך אותה כל-כך, ולכן עד כה, לא דיברה עליו מעולם עם איש.

סוף סוף הגיעה רובי למרפאה שלנו ואז פרצה בבכי. ''אני מרגישה שהצלחתי בחיי למרות הבעיה המשתקת הזאת'', שיתפה אותנו. הרחנו את נשימתה ולא גילינו שום ריח. גם ביקורים נוספים במרפאה לא חשפו ריח חשוד כלשהו. ריח הפה של רובי היה טהור וזך.

רובי ומיליונים אחרים סובלים מהליטופוביה - פחד מופרז מהליטוסיס. בשנת 1997, במחקר שנערך בקרב 1206 בני אדם באלברטה קנדה, מצא מורי ב' שטיין, מומחה לחרדות חברתיות המכהן באוניברסיטת קליפורניה בסן דייגו, ש-15.8% מהנדגמים דואגים ''רבות'' בעניין ריח הפה שלהם; 2.8% ביקרו אצל מומחה בקשר לריח הפה שלהם; ו-2.7% אמרו שדאגות ריח הפה גרמו להפרעה מתונה עד חריפה בחייהם. אחוז אחד גילו שנמנעו מללכת למסיבה מפני שהיו מודאגים מריח הפה שלהם. ברור שהליטופובים עלולים להתרחק מפעילויות חברתיות ולכפות על עצמם חיי בידוד.

בין הסובלים מהליטופוביה נמנים עורכי דין, מורים, שופטים, שחקנים, רופא, פוליטיקאי רם דרג ואפילו רופא שיניים שקיווה שלימודיו יסייעו לו להתמודד עם ה''בעיה'' שלו.

אנשים הסובלים מהליטופוביה מסתירים את דאגתם. אחד מעמיתיי ניסה לשכנע אותי פעם שבעצם אין אנשים כאלה. ''על מה אתה מדבר?'' התפרצה פתאום אשתו - ''אני עצמי הליטופובית!''

בדרך כלל סבורים ההליטופובים שיש להם סיבות הגיוניות להאמין שריח רע נודף מפיהם. אפשר שהם מפרשים טעם רע בפה כסימן לריח רע, אף כי אין קשר הכרחי בין הטעם בפה ובין ריח הפה.
כמה מהם מאמינים אולי שירשו את הבעיה מבן משפחה שיש לו ריח פה. הליטופובים רבים טוענים לחשוב שהתנהגותם של אחרים - למשל, פתיחת חלון או שפשוף האף - היא תגובה לריח הפה שלהם. לקומץ הסובלים מהליטופוביה המוכנים לקבל שיש לפחדיהם בסיס פסיכולוגי, פסיכותרפיה תוכל לעזור. ואכן, בשיתוף אילנה אלי מאוניברסיטת תל-אביב בישראל, שמנו לב שעל פי הפרופילים הפסיכולוגיים שלהם - אנשים הסובלים מהליטופוביה נוטים גם לרגישות יתר ביחסיהם הבין-אישיים ולהפרעות אובססיביות-כפייתיות.
[ראה: **Steve Mirsky; Anti Gravity "Patient, Smell Thyself", by Scientific American, August 1996**].
עם זאת, מרבית הסובלים מהליטופוביה ממשיכים לחפש תרופה לבעיה פיזית שאינה קיימת.

ובקטרואידס פורסייתוס (Bacteroides forsythus) - בתוך רובד השן או שכבה על הלשון. חיידקים אלה יוצרים אנזים המפרק את BANA ויוצר תרכובת צבעונית חדשה. לא מפתיע שתוצאות מבחן BANA קשורות סטטיסטית בריח פה.

לפי המסורת, חיידקי הפה השונים המעדיפים להיזון מסוכרים במקום חלבונים נחשבים כחיידקים שאינם קשורים בבעיות ריח הפה. אבל מחקרים שערך ניר שטרר במעבדה שלי מעלים את האפשרות שלא אלה הם פני הדברים. הרבה מהחלבון הזמין בפה נמצא למעשה בצורה של גליקו-פרוטאינים, בהם שיירי סוכרים מקושרים לליבת מולקולת החלבון. האורגניזמים הניזונים מסוכר מסוגלים להסיר את השייר הסוכרי מהגליקו-פרוטאינים ולהשאיר חלבון חשוף, וחיידקים שמעדיפים אותו יביאו לידי התססתו. שטרר ועמיתיו הראו לא מזמן, באמצעות בדיקת צבע פשוטה, שיש מתאם בין כמות הביקוע על-ידי אנזימים ברוק ובין רמות ריח הפה. אפשר שבעתיד יוכלו מדענים להתגבר על ריח פה אם ימנעו את ביקוע שיירי הסוכר.

אפשר להתפתות לחשוב שבחיסול כל המיקרו-אורגניזמים על הלשון יש משום טיפול פוטנציאלי בהליטוסיס. אבל לחיידקים האלה יש גם תפקיד הגנתי. בדרך כלל יש על לשוננו כמויות קטנות של קנדידה - פטרייה דמוית שמרים. התפתחותה נבלמת בזכות נוכחותם של החיידקים. אם מחסלים את החיידקים שעל הלשון באנטיביוטיקה, עלולה הקנדידה להתפשט בלי מעצור. מחלות קנדידה חמורות יותר מהליטוסיס, וקשה יותר לשלוט בהן. לפיכך יש לשמר את אוכלוסיות החיידקים, אבל ברמות נמוכות.

אבחנות נוספות של הליטוסיס

המקור הנפוץ ביותר לריח פה אחרי הפה עצמו הוא האף ומערות האף. ב-5% עד 10% מהמקרים, מקור הריח הוא בעיקר האף, לא הפה, ויש לו איכות שונה מאוד. יש בכך כדי להעניק כלי אבחוני לרופא או לרופא השיניים. ריח אף יכול לנבוע מסינוסיטיס או מצבים המעכבים או חוסמים את זרימת הריר. במקרה יוצא דופן אחד, ריח פה מוזר אצל אישה בת עשרים ושמונה הוביל אותנו אל חרוז שהיה תקוע באפה; כנראה דחפה אותו לתוך נחירה כשהייתה ילדה צעירה. ואמנם ילדים נוטים לתחוב חפצים במעלה אפם. התוצאה היא לעתים נזלת המעלה ריח רע, ולפעמים הילדים גם מתמרחים בה. לפיכך, אם ילד מפתח פתאום ריח כללי דוחה, מן הדין לבדוק אם יש גוף זר במערות האף שלו.

שקדים במצב ריקבון עלולים אף הם לגרום לכ- 3% אחוזים ממקרי ההליטוסיס. מאות מחלות ומצבים אחרים גורמים לפחות מאחוז ממקרי ההליטוסיס שנתקלים בהם בדרך כלל. מקרה מעניין אך נדיר אחד מכונה ''תסמונת ריח הדגים''. אנשים הסובלים מבעיה זו מרגישים שלרוק ולזיעה שלהם יש ריח של דגים, אם כי אחרים עשויים להתקשות להגדיר את הריח. אם רופא אינו מכיר את הבעיה, הוא עשוי אפילו להפנות מטופלים כאלה לפסיכותרפיה. תסמונת ריח הדגים - טרימתילאמינוריה - נובעת מחסר באנזים המפרק טרימתילמין, מולקולה בעלת ריח דגים.

רבים מאמינים - והיו חברות שניסו לטפח אמונה זו - שמקור הריח הרע הוא בקיבה ולא בפה. השכיחות הנמוכה שבה הקיבה היא אכן מקור הריח הרע עמדה במרכזו של משפט שנערך לא מזמן והשתתפתי בו כעד מומחה [ראה מסגרת בעמ' 47]. ריח רע שמקורו מחוץ לפה או מערות האף הוא עניין נדיר למדי. הוושט היא צינור סגור, ורק זרימה מתמדת (בניגוד לגיהוק פשוט) של גז או חומר בעל ריח רע מהקיבה מעידה על בעיית בריאות, כגון פיסטולה בין הקיבה למעי, או על זרימה חוזרת חזקה דיה כדי להעלות את תכולת הקיבה. אפילו אחרי שאוכלים שום, הפה הוא מקור מרכזי המשמר הרבה מהריח החריף.

אבנים קטנות הנקראות טונסילוליתים גדלות בחרירים ובחריצים של השקדים ומורכבות מהסתיידות של חיידקים לחומרי פסולת. ריח הטונסילוליתים עצמו רע, אבל לא תמיד הם גורמים ריח רע מהפה. התופעה נדירה יחסית (אולי 2% - 3% אחוזים מאוכלוסיית המתבגרים והמבוגרים סובלים או סבלו ממנה). רופאים רבים לא שמעו מעולם על הטונסילוליתים, משום שבדרך כלל אין הם גורמים בעיות רפואיות כלשהן. הדוגמאות בתמונה נאספו ממטופל יחיד.

אחת התעלומות הלא פתורות היא מדוע אנשים נוטים להיות רגישים כל-כך לנשימתם של אחרים, אבל אינם יכולים להריח את נשימתם שלהם. הייתה תאוריה שגרסה כי אנו מתרגלים לריח הפה של עצמנו,

אפשר שמיליארדי דולרים של מוצרים לריענון ריח הפה
נרכשו בידי יחידים רק בגלל חשש שיש להם בעיה.

רשימת הלא רצויים ביותר
תרכובות שחיידקי הפה מייצרים לעתים קרובות וריחותיהן

מימן גופרי	ביצים סרוחות
מתיל מרקפטן	צואה
סקטול	צואה
קדברין	גוויות
פוטרסין	בשר נרקב
חומצה איסובלרית	רגליים מיוזעות

עצות לנשימה רעננה

- נקה בעדינות את חלקה האחורי ביותר של הלשון במנקה לשון פלסטי. היזהר לא לגרום מזק ללשון; פשוט גרוף ממנה את שכבת הריר. תרגול יום-יומי יסייע לך להתגבר על רפלקס ההקאה.
- אכול ארוחת בוקר טובה; היא מנקה את הפה ומחדשת את זרימת הרוק.
- מנע מהפה להתייבש. כמה דקות של לעיסת מסטיק יכולות לצמצם ריח פה רע. שתה כמות מספקת של נוזלים.
- השתמש במי פה. השיטה היעילה ביותר היא לשטוף את הפה ולגרגר מיד לפני השינה. כך אפשר למנוע הצטברות של מיקרו-אורגניזמים וריחות בלילה.
- נקה את הפה לאחר אכילה או שתייה של מזונות או משקאות בעלי ריח כמו שום, בצל, קארי וקפה. דאג לנקות בין השיניים, בייחוד אחרי צריכת מזון או משקאות עשירים בחלבונים.
- צחצח שיניים והעבר חוט דנטלי ביניהן (או נקה אחרת בין השיניים) לפי הוראות רופא השיניים שלך.
- שאל בן משפחה בוגר או חבר קרוב בקשר לריח הפה שלך. בדרך כלל זו הדרך האמינה (והזולה) ביותר לגלות אם יש לך הליטוסיס.

אבל תאוריה זו לוקה כנראה בחסר. מחקרים שעשו אילנה אלי, רונית בר-נס גרינשטיין ואחרים במעבדה שלנו גילו שאנשים שאינם מודעים לריח הפה שלהם, כמו ד"ר פלוס, מסוגלים להעריך ביתר אובייקטיביות את הריח כאשר הוא מוצא מתוך הפה. למשל, דגימות ריח שנלקחו בעזרת קיסם פלסטי מבין שיני הנדגם.

אפשר שהתשובה הפשוטה היא שאנו מוציאים אוויר מהפה בכיוון אופקי ורק לאחר מכן שואפים פנימה בצורה אנכית דרך האף, ולכן יש רק סיכוי נמוך שנזכה במשב ריח ייצוגי. תהיה הסיבה אשר תהיה, קשה לאדם לדעת אם ריח הפה שלו רע בלי שיגידו לו. ובהתחשב באי-הנעימות הכרוכה בעניין, הסיכוי שיגידו לו זאת נמוך. אירונית, אפשר שמיליארדי הדולרים המושקעים בכל שנה במוצרים לריענון הפה, יוצאים בחלקם הגדול מכיסם של אנשים שאינם סובלים באמת מהבעיה, אלא פשוט חוששים ממנה. גרסה קיצונית של אמונה נפוצה זו היא תופעת ההליטופוביה - האמונה שריח הפה שלך רע. בדרך כלל אמונה זו אינה נשענת על סימוכין אובייקטיבים. [ראה מסגרת לעיל].

גישה רעננה

אמנם בשום אופן אין לראות בתרכובות הגופרית הנדיפות (הנוצרות עקב חילוף החומרים של החיידקים) גורם יחיד להליטוסיס, אבל הן החשודות העיקריות. בסוף שנות השמונים של המאה שעברה גילתה קבוצת המחקר שלנו בשיתוף עם יעקב גבאי מהמשרד לאיכות הסביבה, ובהמשך גם כריסטופר א"ג מק'קולוך מאוניברסיטת טורונטו, שאפשר להעריך את החומרים הגופריתיים שהם מהגורמים לריח פה על-ידי מכשיר נייד לניטור סולפידים (תרכובות גופרית). יצרן המכשיר, מני שו מ'אינטרסקן 'בצ'טסוורת' קליפורניה, היה בתחילה ספקן אם יש ביקוש להלימטרים, אבל מאז כבר מכר את המכשיר שלו לאלפי רופאי שיניים וחוקרים. בשנת 1999 דיווח אלפרדו סנז-מדל, כימאי באוניברסיטת אובידיאו בספרד, על שיטה שונה, המכמתת בעקיפין את ריכוזי הגופרית. הדבר נעשה במדידה אופטית של הפלורוסנטיות הנובעת מתגובה כימית של תרכובות הגופרית עם תרכובת כספית.

באחד הימים, טכנולוגיות מסוג זה עשויות להוביל לפיתוח מד-גופרית יעיל, שאפשר להכניסו לכיס. נמצא מתאם בין ציוני הלימטר קיימים ובין ניתוחים כרומטוגרפיים מורכבים יותר ודירוגיהם של שופטי ריח אנושיים, המרחרחים אישית בפיותיהם של נבדקי המחקר ומדרגים אותם למטרות המחקר.

אם נקבעה נוכחות ההליטוסיס, אדם הסובל מבעיה זו ירצה בדרך כלל להיפטר ממנה. מובן שחשוב מאוד לשמור על היגיינת פה בסיסית - הברשת שיניים ושימוש קבוע בחוט דנטלי. אבל גם התרופה נגד דלקת חניכיים הנמכרת בארה"ב על פי מרשם - כלורהקסידין - חומר אנטי-מיקרוביאלי - יעילה למדי נגד הליטוסיס. למרבה הצער, היא עלולה גם לשנות את צבע השיניים, לפגוע בחוש הטעם ולגרום כיבי פה. אמנם אלה תופעות הניתנות לשיקום, אבל הן מונעות שימוש בכלורהקסידין ליותר מאשר לכמה ימים בכל פעם.

לתרופות אחרות יש היסטוריה של אלפי שנים. ניקוי הלשון הוא נוהג קדום של היגיינת הפה. ראשיתו במזרח הרחוק והוא עדיין זוכה שם לפופולריות, אבל גם מתפשט והולך במערב. תרופת-נגד קדומה אחרת הנזכרת בתלמוד הבבלי היא המסטיק (מסטיכי), שהוא אולי ה'לוט' הנזכר בבראשית. מסטיק הוא השרף של שיח אלת המסטיק (פיסטציה לנטיסקוס). באי הים תיכוני חיוס עדיין מגדלים אותו למטרה זו, אף על פי שגומי הלעיסה הסינתטי המודרני החליף במידה רבה את המסטיק. מעניין לציין שלשרף זה היה פעם שימוש נרחב כמרפא פצעים. כיום הוא ידוע כבעל תכונות אנטי-בקטריאליות רבות עוצמה. לפיכך שימוש במסטיק יכול להגביר את זרימת הרוק ולקטול קצת מן המיקרו-אורגניזמים מחוללי הריח הרע.

במוצרים הטבעיים האחרים שאנשים לועסים ברחבי העולם כדי לרענן את נשימתם אפשר למצוא קליפת גויבה (תאילנד), זרעוני אניס (המזרח הרחוק), פטרוסלינון (איטליה), קרפול (עירק) וקינמון (ברזיל). לכמה מהמולקולות המקנות לצמחים את טעמם יש תכונות אנטי-בקטריאליות, ואלה מספקות את התימוכין המדעיים לנהגים העממיים. מי פה פופולריים רבים מכילים שמני טעם, ובהם מנתול, אקליפטול ומתיל סאליצילט (שמן גולטריה).

התאחדות רופאי השיניים האמריקנים (ADA) מפרסמת הנחיות שעל-פיהן יכול מוצר לקבל את אישור ה-ADA כיעיל נגד רובד, דלקת חניכיים או חורים בשיניים. כעת סוקרת ה-ADA הנחיות שיאפשרו להעניק אישור דומה למוצרים בשל יכולתם לרענן את הפה. באופן הנראה פרדוקסלי, כמה חברות המייצרות מרענני פה מתנגדות למאמצי ה-ADA. מבט מקרוב חושף שאישור כזה יחייב את החברות ליצור מוצרים טובים יותר: מרבית מוצרי הריענון הקיימים פועלים רק לזמן קצר (משך זמן של 20 עד 120 דקות) וקרוב לוודאי שה-ADA ידרוש טווח השפעה ארוך יותר למי שירצה בהכרה רשמית. מנתה למשל מקובלת על רבים כדוגמה בולטת לרכיב יעיל לטיפול בריח הפה, אבל למעשה, פעולתה חלשה יחסית והשפעתה קצרת מועד לעומת שמנים אתריים אחרים.

בחמש-עשרה השנים האחרונות הייתה לי הזדמנות להריח את פיותיהם של אלפי אנשים במרפאות ובמחקרים, נוסף על מאות אחרים שרחרחתי בחשאי במרכולים, במטוסים ובבתי-כנסת בצום יום הכיפורים. בדיוק כפי שריחה של גבינת קממבר שונה מאוד מריח גבינת אדם, גם ריח פה אינו ריח אחד אלא מכלול שלם של ריחות. הוא תלוי במיקרו-אורגניזמים הכרוכים בתהליך, במקור שממנו באו ובתוצאה שכבר הספיקו לעולל. החוקרים ממשיכים להתווכח ביניהם על הדרכים הטובות ביותר לכמת ריח פה, ואילו האפים האלקטרוניים העתידיים [ראה: "Plenty to Sniff At" by Mia Schmiedeskamp; News and Analysis, Scientific American, March 2001] אפשר שידווחו לנו לא רק על רמות ההליטוסיס אלא גם על סוגי הריחות שנתגלו, ובכך נוכל למצוא גם רמזים למקורם.

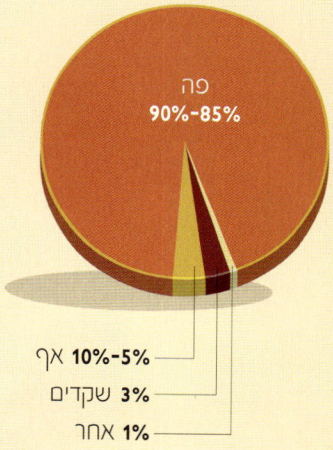
חשוב מאוד לזהות את מקורותיו האפשריים של הריח, הן לצורכי מחקר ההליטוסיס והן כדי לייעץ לאנשים, ולשם כך דרוש הרבה ניסיון ברחרוח.

ריח בבית המשפט

בשנת 1999 הייתי עד מומחה מטעם 'וורנר-למברט' (מאז התמזגה עם 'פייזר') בתביעתה נגד 'ברת'-אשור'. 'וורנר-למברט' ייצרה את 'ליסטרין', 'סרטס' ומוצרים אחרים לריענון הנשימה. 'ברת'-אשור' שיווקה כמוסות כדי להילחם מבפנים בריח פה. 'וורנר-למברט' טענה שהשמות המסחריים של מוצרי 'ברת'-אשור' "הם טענות כוזבות ומטעות כאילו המוצרים מסלקים ריח פה, ובכך העניקו לנתבעת יתרון לא הוגן על פני התובעת". לא היו עדויות מדעיות אמינות שיתמכו בטענות 'ברת'-אשור' שהליטוסיס נובע ממקור פנימי סיסטמי, וזו הייתה אחת הסיבות ש'וורנר-למברט' זכתה בתביעתה בבית הדין האמריקני לערעורים - מ"ר

אתרי מקור של ריח הפה

אכן, ריח פה הוא תופעה שעיקרה בפה. המחקרים מראים, שרוב רובם של מקרי ריחות הפה נובעים מן הפה, וכמעט אין מקרים שמקורם מתחת לשקדים.



איננו יודעים עדיין דברים רבים, למשל איך לקשר בין זנים אינדיווידואליים של חיידקים, לריחות הקשורים בהם. תרומתם של מערות האף והשקדים לריח הפה עדיין לא הובנו בשלמותם ומעטים הפסיכולוגים החוקרים במרץ את הסובלים מהליטופוביה. אף על פי שריחות פה נראים חסרי משמעות בפנתיאון הגדול של הבעיות הרפואיות, לבעיה יכולה להיות השפעה עמוקה על חייו של אדם ועל יחסיו עם הסובבים אותו. SA

אם רצונך לדעת יותר

Production and Origin of Oral Malodor: A Review of Mechanisms and Methods of Analysis. J. Tonzetich in *Journal of Periodontology*, Vol. 48, No. 1, pages 13-20; January 1997.

What to Do about Halitosis. C. Scully, S.P. Porter and J. Greenman in *British Medical Journal*, Vol. 308, pages 217-218; January 22, 1994.

Clinical Assessment of Bad Breath: Current Concepts. M. Rosenberg in Journal of the American Dental Association, Vol. 127, pages 475-482; April 1996.

Bad Breath: Research Perspectives. Second edition, Edited by M. Rosenberg. Ramot Publishing, Tel Aviv University, 1997.

Tel Aviv University's Web site on bad breath: www.tau.ac.il/~melros/

Possible causes of halitosis: www.tau.ac.il/~melros/bda/index.html

Bacterial species that inhabit the mouth: www.tau.ac.il/~melros/faq/5.html